

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-284737

(43)Date of publication of application : 29.10.1996

(51)Int.Cl.

F02D 45/00
 F02D 45/00
 F02D 45/00
 F01L 1/34
 F02D 13/02

(21)Application number : 07-082743

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 07.04.1995

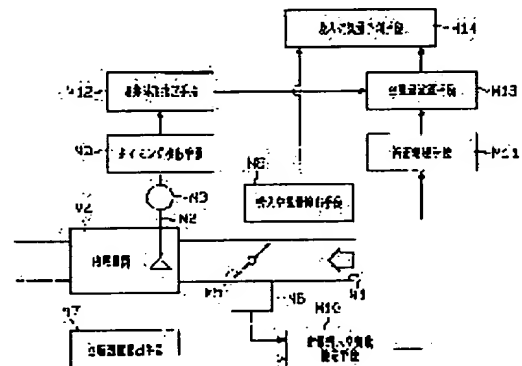
(72)Inventor : ENDO KOJI
 OKAWA NOBUNAO
 KATOU KAZUSHI
 OSANAWA TADAHISA

(54) INTAKE AIR AMOUNT FORECAST DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To forecast an intake air amount at the valve closing time accurately, even if the operation timing of an intake valve is adjusted by a variable valve timing mechanism by estimating the accurate valve closing timing of the intake valve and carrying out a correction processing until just before the intake valve closing time after adjusting.

CONSTITUTION: In a prescribed point of time before closing an intake valve M2, an intake air amount is estimated M10 under such condition that it is assumed that an internal combustion engine M4 maintains a regular state based on a throttle opening and an engine rotation speed and the correction processing of an intake air amount added a present running state is carried out by a correction processing means M11. The closing timing of the intake valve M2 is estimated M12 and the intake air amount at the intake valve closing time when the correction processing of the intake air amount is continuously carried out from a prescribed point of time to just before the estimated valve closing timing is calculated M13. The intake air amount at the intake valve closing time is forecasted M14 based on the actual intake air amount by an intake air amount detection means M8 and the intake air amount calculated by a calculation means M13.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.11.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 8 4 7 3 7

(43) 公開日 平成8年(1996)10月29日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 45/00	3 6 6		F 0 2 D 45/00	3 6 6 E
	3 6 4			3 6 4 D
	3 7 2			3 7 2 F
F 0 1 L 1/34			F 0 1 L 1/34	Z
F 0 2 D 13/02			F 0 2 D 13/02	J
審査請求 未請求 請求項の数 1		OL		(全 1 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-82743

(22) 出願日 平成7年(1995)4月7日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 遠藤 浩二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 大川 信尚

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 加藤 千詞

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

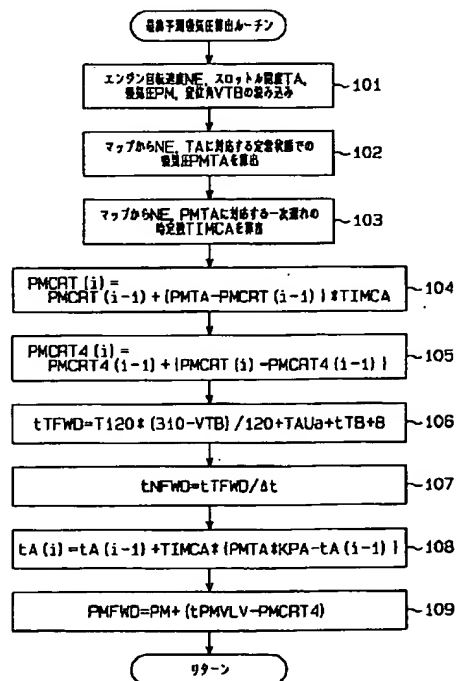
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の吸入空気量予測装置

(57) 【要約】

【目的】 可変バルブタイミング機構により吸気弁の作動タイミングが調整されても、その閉弁時の吸入空気量を正確に予測する。

【構成】 吸気バルブの作動タイミング調整のために可変バルブタイミング機構により変更される吸気側カムシャフトの角度（変位角VTB）を読み込む（101）。インジェクタ通電時間TAUaの算出時において、スロットル開度TA及びエンジン回転速度NEに基づき定常状態での吸気圧PMTAを求め（102）、その値に対し現時点での運転状態を加味した補正処理を行い一次遅れ処理値PMCRTを算出する（103, 104）。変位角VTBを用い吸気バルブの開弁時期を推測し（106）、その直前まで補正処理を連続して行わせ、スロットルバルブの動作に応じた吸気バルブ閉弁時の予測吸気圧tPMVLVを求め（108）、TAUa算出時における吸気圧センサの検出値と、予測吸気圧tPMVLVとに基づき吸気閉弁時の吸入空気量相当値として最終予測吸気圧PMFWDを求める（109）。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 吸気通路を開閉する吸気弁の作動タイミングを調整するための可変バルブタイミング機構を備えた内燃機関に用いられるものであって、前記吸気通路途中のスロットル弁の開度を検出する開度検出手段と、前記内燃機関の回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記吸気通路を通して内燃機関に吸入される実際の空気量又はその相当値を検出する吸入空気量検出手段と、前記可変バルブタイミング機構により調整される吸気弁の作動タイミングを検出するタイミング検出手段と、前記吸気弁閉弁前の所定時点において、前記開度検出手段によるスロットル開度及び前記回転速度検出手段による機関回転速度に基づき、前記内燃機関が定常状態を維持したと仮定した条件下での吸入空気量又はその相当値を推定する定常吸入空気量推定手段と、前記定常吸入空気量推定手段により推定された吸入空気量又はその相当値に対し、現時点での運転状態を加味した補正処理を行う補正処理手段と、前記タイミング検出手段による吸気弁の作動タイミングに基づき、同吸気弁の閉弁時期を推定する閉弁時期推定手段と、前記補正処理手段による補正処理を、前記所定時点から前記閉弁時期推定手段による推定閉弁時期の直前まで連続して行わせ、前記スロットル弁の動作に応じた前記吸気弁閉弁時の吸入空気量又はその相当値を演算する空気量演算手段と、前記所定時点において前記吸入空気量検出手段にて検出された吸入空気量又はその相当値、及び前記空気量演算手段にて演算された吸入空気量又はその相当値に基づき、前記吸気弁閉弁時の吸入空気量を予測する吸入空気量予測手段とを備えた内燃機関の吸入空気量予測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は内燃機関の吸入空気量予測装置に係り、特に可変バルブタイミング機構が設けられた内燃機関において、燃料噴射制御等に使用される吸入空気量又はその相当値を予測するようにした内燃機関の吸入空気量予測装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、内燃機関において、燃料噴射弁の作動をコンピュータによって制御するようにしたものである。この内燃機関では、コンピュータはセンサによって検出された機関回転速度、吸入空気量等に基づき通電時間を演算し、その時間だけ燃料噴射弁に通電する。すると、燃料噴射弁が開弁し、燃料が噴射される。この燃料噴射弁からの噴射燃料量を機関が要求する値に一致させるためには、燃焼室に吸入される吸入空気量が確定する時点、すなわち吸気弁閉弁時での各センサの検出値を

用いて通電時間を演算すればよい。しかし、通電時間の演算にはある程度の時間を要するばかりでなく、燃料噴射弁から噴射された燃料が燃焼室に到達するまでに所定の飛行時間が必要である。従って、燃焼室に供給される吸入空気量が確定したときに、通電時間を演算して燃料噴射弁の開弁動作を制御していたのでは、機関要求値に応じた量の燃料を燃料噴射弁から噴射させることが困難である。

【0003】これに対しては、吸気行程中の吸入空気量変化から吸気弁閉弁時の吸入空気量を予測し、その予測値に基づいて通電時間を演算する技術が種々提案されている。例えば、吸気弁閉弁前の所定の期間において吸入空気量を複数回検出し、その吸入空気量の変化からその後の吸入空気量の変化特性を予測し、その特性に基づき吸気弁閉弁時における吸入空気量を推定するものがある。ところが、この技術を、吸気弁の作動タイミングを任意に変更する可変バルブタイミング機構を有する内燃機関に適用すると、以下の不具合を生ずる。この内燃機関では吸気弁の閉弁時期が内燃機関の運転状況により変化するので、吸気弁の閉弁時期が遅くなるほど、吸気の吹き返しにより燃焼室内への吸入空気量が減少し、予測吸入空気量が実際の吸入空気量よりも多くなってしま

う。【0004】そこで、例えば特開平 5-296082 号公報では、前記のように吸入空気量の変化特性に基づき推定した吸入空気量を、吸気弁の作動タイミングに応じた補正係数にて補正している。閉弁時期が遅い場合に用いられる補正係数は、早い場合に用いられる補正係数よりも小さな値に設定されている。この補正係数を用いた補正により、閉弁時期が遅いときには早いときに比べて予測空気量を少なくし、実際の吸入空気量との誤差を小さくしようとしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記公報の制御装置では、予め設定された補正係数によって予測吸入空気量が補正されてはいるものの、その補正前の予測値が、吸気弁閉弁よりもかなり前の期間における吸入空気量の変化特性に基づき求められたものであり、同閉弁時までの吸入空気量の変化が考慮されていない。このため、吸気弁閉弁時における吸入空気量を正確に算出することが困難である。

【0006】本発明は前述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は可変バルブタイミング機構により吸気弁の作動タイミングが調整されても、その閉弁時の吸入空気量を正確に予測することのできる内燃機関の吸入空気量予測装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、図 1 に示すように、吸気通路 M1 を開閉する吸気弁 M2 の作動タイミングを調整するための可変バ

ルブタイミング機構M3を備えた内燃機関M4に用いられるものであって、前記吸気通路M1途中のスロットル弁M5の開度を検出する開度検出手段M6と、前記内燃機関M4の回転速度を検出する回転速度検出手段M7と、前記吸気通路M1を通して内燃機関M4に吸入される実際の空気の量又はその相当値を検出する吸入空気量検出手段M8と、前記可変バルブタイミング機構M3により調整される吸気弁M2の作動タイミングを検出するタイミング検出手段M9と、前記吸気弁M2閉弁前の所定時点において、前記開度検出手段M6によるスロットル開度及び前記回転速度検出手段M7による機関回転速度に基づき、前記内燃機関M4が定常状態を維持したと仮定した条件下での吸入空気量又はその相当値を推定する定常吸入空気量推定手段M10と、前記定常吸入空気量推定手段M10により推定された吸入空気量又はその相当値に対し、現時点での運転状態を加味した補正処理を行う補正処理手段M11と、前記タイミング検出手段M9による吸気弁M2の作動タイミングに基づき、同吸気弁M2の閉弁時期を推定する閉弁時期推定手段M12と、前記補正処理手段M11による補正処理を、前記所定時点から前記閉弁時期推定手段M12による推定閉弁時期の直前まで連続して行わせ、前記スロットル弁M5の動作に応じた前記吸気弁M2閉弁時の吸入空気量又はその相当値を演算する空気量演算手段M13と、前記所定時点において前記吸入空気量検出手段M8にて検出された吸入空気量又はその相当値、及び前記空気量演算手段M13にて演算された吸入空気量又はその相当値に基づき、前記吸気弁M2閉弁時の吸入空気量を予測する吸入空気量予測手段M14とを備えている。

【0008】

【作用】内燃機関M4の作動時には、スロットル弁M5の開度が開度検出手段M6によって検出され、同機関M4の回転速度が回転速度検出手段M7によって検出される。また、吸気通路M1を通して内燃機関M4に吸入される実際の空気の量又はその相当値が吸入空気量検出手段M8によって検出され、可変バルブタイミング機構M3により調整される吸気弁M2の作動タイミングがタイミング検出手段M9によって検出される。

【0009】そして、これらの検出値に基づき、吸気弁M2の閉弁時の吸入空気量又はその相当値が以下のようにして予測される。吸気弁M2が閉弁する前の所定時点において、定常吸入空気量推定手段M10は前記スロットル開度及び機関回転速度に基づき、内燃機関M4が定常状態を維持したと仮定した条件下での吸入空気量を推定する。

【0010】補正処理手段M11は前記のように推定された吸入空気量に対し、現時点での運転状態を加味した吸入空気量の補正処理を行う。閉弁時期推定手段M12は前記タイミング検出手段M9による吸気弁M2の作動タイミングに基づき、同吸気弁M2の閉弁時期を推定す

る。空気量演算手段M13は、補正処理手段M11による前記補正処理を、前記所定時点から閉弁時期推定手段M12による推定閉弁時期の直前まで連続して行わせ、前記スロットル弁M5の動作に応じた吸気弁閉弁時の吸入空気量又はその相当値を演算する。吸入空気量予測手段M14は、前記所定時点での吸入空気量検出手段M8による実際の吸入空気量又はその相当値と、空気量演算手段M13によって演算された吸入空気量又は相当値とに基づき、前記吸気弁閉弁時の吸入空気量を予測する。

【0011】従って、吸気弁M2の作動タイミングが可変バルブタイミング機構M3によって調整されても、その作動タイミングはタイミング検出手段M9によって確実に検出される。そして、吸気弁M2の正確な閉弁時期が閉弁時期推定手段M12によって推定される。このため、補正処理手段M11による補正処理が、調整後の吸気弁閉弁時の直前まで行われることとなり、スロットル弁M5の動作に応じた正確な吸入空気量又はその相当値が得られる。

【0012】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例について図2～図9に従って説明する。図2に示すように、車両には内燃機関としてのガソリンエンジン（以下、単にエンジンという）11が搭載されている。エンジン11はシリンダブロック12及びシリンダヘッド13を備えている。シリンダブロック12には、垂直方向へ延びる複数の気筒（シリンダ14）が紙面と直交する方向に沿って並設され、各シリンダ14内にはピストン15が往復動可能に収容されている。各ピストン15はコネクティングロッド16を介しクランクシャフト17に連結されている。各ピストン15の往復運動はコネクティングロッド16によって回転運動に変換された後、クランクシャフト17に伝達される。

【0013】シリンダブロック12及びシリンダヘッド13間において、各ピストン15の上側には燃焼室18が形成されている。シリンダヘッド13には、各燃焼室18に連通する吸気ポート19及び排気ポート21がそれぞれ設けられている。これらの吸・排気ポート19、21を開放及び閉鎖するために、シリンダヘッド13には吸気バルブ22及び排気バルブ23がそれぞれ略垂直方向に往復動可能に支持されている。図4に示すように、吸気バルブ22はバルブスプリング24によって、吸気ポート19を閉鎖する方向（略上方）へ付勢され、排気バルブ23はバルブスプリング25によって、排気ポート21を閉鎖する方向（略上方）へ付勢されている。

【0014】シリンダヘッド13において吸気バルブ22の上方には吸気側カムシャフト26が回転可能に設けられ、排気バルブ23の上方には排気側カムシャフト27が回転可能に設けられている。吸気側カムシャフト2

10

20

30

40

50

6上には吸気バルブ22と同数のカム28が形成され、排気側カムシャフト27上には排気バルブ23と同数のカム29が形成されている。

【0015】図2、4に示すように、各カムシャフト26、27の端部にそれぞれ設けられたタイミングプーリ31、32は、タイミングベルト33により前記クランクシャフト17に駆動連結されている。そして、同シャフト17が回転すると、その回転がタイミングベルト33を介して両タイミングプーリ31、32に伝達される。タイミングプーリ31の回転にともない吸気側カムシャフト26が回転すると、カム28の押し下げ力とバルブスプリング24の付勢力とが釣り合うように吸気バルブ22が往復動し、吸気ポート19がそのバルブ22により開放及び閉鎖される。また、タイミングプーリ32の回転にともない排気側カムシャフト27が回転すると、カム29の押し下げ力とバルブスプリング25の付勢力とが釣り合うように排気バルブ23が往復動し、排気ポート21がそのバルブ23により開放及び閉鎖される。

【0016】図2に示すように、吸気ポート19にはエアクリーナ34、スロットルバルブ35、サージタンク36、吸気マニホールド37等を備えた吸気通路38が接続されている。エンジン11外部の空気は吸気通路38の各部材34、35、36、37を順に通過して燃焼室18に取り込まれる。

【0017】スロットルバルブ35は、吸気通路38内に軸35aにより回動可能に支持されている。軸35aはワイヤ等を介して運転席のアクセルペダル（図示略）に連結されており、運転者によるアクセルペダルの踏み込み操作に連動してスロットルバルブ35と一体に回動する。吸気通路38を流れる空気の流れ、すなわち吸入空気量は、スロットルバルブ35の回動角度に応じて決定される。サージタンク36は吸入空気の脈動、すなわち圧力変動を平滑化させるためのものである。

【0018】吸気マニホールド37には気筒数と同数のインジェクタ39が取付けられている。各インジェクタ39は電磁弁であり、通電されると開弁して各吸気ポート19へ向けて燃料を噴射する。そして、各インジェクタ39から噴射される燃料と吸入空気とからなる混合気は、各燃焼室18内へ導入される。この混合気に着火するために、シリンダヘッド13には点火プラグ41が取付けられている。点火プラグ41は、ディストリビュータ42によって分配された点火信号に基づいて駆動される。ディストリビュータ42は、イグナイタ43から出力される高電圧を、クランクシャフト17の回転角、すなわちクランク角に同期して、点火プラグ41に分配して印加する。そして、燃焼室18内へ導入された混合気は点火プラグ41の点火によって爆発・燃焼される。このときに生じた高温高压の燃焼ガスによりピストン15が往復動させられ、クランクシャフト17が回転してエ

ンジン11の駆動力が得られる。

【0019】排気ポート21には、排気マニホールド44、触媒コンバータ45等を備えた排気通路46が接続されている。燃焼室18で生じた燃焼ガスは、排気通路46の各部材44、45等を順に通ってエンジン11の外部へ排出される。触媒コンバータ45には、前記燃焼ガス中の有害物質を浄化するための三元触媒45aが内蔵されている。

【0020】本実施例のエンジン11においては、混合気が燃焼室18内に吸入されて燃焼ガスが排出されるまでの期間、すなわち1サイクルの間に、ピストン15が2往復してクランクシャフト17が2回転する。このサイクルは、周知のように、吸入行程、圧縮行程、爆発行程及び排気行程の4つの行程からなる。吸入行程では、ピストン15の下降により負圧が発生し、この負圧により燃焼室18内に混合気が吸入される。圧縮行程ではピストン15が上昇して、混合気が圧縮される。爆発行程では圧縮された混合気の爆発・燃焼によって発生する圧力によりピストン15が押し下げられる。排気行程では押し下げられたピストン15が再び上昇して、燃焼ガスが燃焼室18外へ排出される。

【0021】前記エンジン11の運転状態及び車両の走行状態を検出するために、カム角センサ51、クランク角センサ52、水温センサ53、スロットルセンサ54、吸気圧センサ55等の各種センサが用いられている。

【0022】カム角センサ51は図3に示すように、吸気側カムシャフト26上に取付けられたロータ51aと、その近傍に対向配置された電磁ピックアップ51bとを備えている。ロータ51aは円盤状の磁性体からなり、その外周に多数の歯を有している。電磁ピックアップ51bは、吸気側カムシャフト26の回転にともなってロータ51aが回転して、その歯が同ピックアップ51bの前方を通過する毎にパルス状のカム角信号を出力する。

【0023】図2に示すクランク角センサ52の構成は前記カム角センサ51と同様であり、クランクシャフト17上に取付けられたロータ（図示略）と、その近傍に対向配置された電磁ピックアップ（図示略）とを備えている。ロータは円盤状の磁性体からなり、その外周に等角度毎に多数の歯を有している。電磁ピックアップは、クランクシャフト17の回転にともないロータが回転してその歯が同ピックアップの前方を通過する毎にパルス状のクランク角信号を出力する。これらのカム角センサ51及びクランク角センサ52は、後述するCPU89とともにタイミング検出手段を構成している。また、クランク角センサ52は、CPU89とともに回転速度検出手段を構成している。

【0024】水温センサ53はシリンダブロック12に取付けられ、エンジン11の冷却水の温度、すなわち冷

却水温 T_{HW}を検出する。スロットルセンサ 54 は開度検出手段を構成するものであり、吸気通路 38 のスロットルバルブ 35 の近傍に取付けられ、そのバルブ 35 の軸 35 a の回動角度、すなわちスロットル開度 T_Aを検出する。吸気圧センサ 55 は吸入空気量検出手段を構成するものであり、サージタンク 36 に取付けられ、真空を基準とした場合の同サージタンク 36 内の圧力、すなわち吸気圧 P_Mを検出する。

【0025】前述したエンジン 11 には、図 3 に示すように可変バルブタイミング機構（以下、VVT という）63 が設けられている。VVT 63 は、タイミングプーリ 31、ひいてはクランクシャフト 17 の回転に対する吸気側カムシャフト 26 の位相を変化させることにより、吸気バルブ 22 の作動タイミングをクランク角に関して連続的に変更するための機構であり、油圧により駆動される。次に、VVT 63 の構成について説明する。

【0026】吸気側カムシャフト 26 は、シリンダヘッド 13 及びベアリングキャップ 64 間で回転自在に支持されている。吸気側カムシャフト 26 の前端部（図 3 の左端部）外周には前述したタイミングプーリ 31 が相対回動可能に装着されている。吸気側カムシャフト 26 の前端には、インナキャップ 65 が中空ボルト 66 及びピン 67 により一体回転可能に取付けられている。

【0027】タイミングプーリ 31 には、ボルト 69 及びピン 71 によりハウジング 68 が一体回転可能に取付けられている。ハウジング 68 にはキャップ 72 が取り外し可能に装着されており、両者 68、72 によって吸気側カムシャフト 26 の前端部及びインナキャップ 65 の全体が覆われている。また、タイミングプーリ 31 の外周には、タイミングベルト 33 を掛装するための外歯 31 a が多数形成されている。

【0028】吸気側カムシャフト 26 及びタイミングプーリ 31 は、ハウジング 68 及びインナキャップ 65 間に介在された、タイミング調整用のリングギヤ 73 によって連結されている。リングギヤ 73 は略円環形状をなし、タイミングプーリ 31、ハウジング 68 及びインナキャップ 65 によって囲まれた空間 S 内に收容されている。リングギヤ 73 は第 1 の位置と第 2 の位置との間で往復動する。リングギヤ 73 は第 1 の位置に配置されたとき、図 3 に示すようにハウジング 68 に当接する。このとき、クランクシャフト 17 に対する吸気側カムシャフト 26 の回転位相が最も遅れ、吸気バルブ 22 の作動タイミングがクランクシャフト 17 の回転に対して最も遅くなる。リングギヤ 73 は第 2 の位置に配置されたとき、タイミングプーリ 31 に当接する。このとき、クランクシャフト 17 に対する吸気側カムシャフト 26 の回転位相が最も進み、吸気バルブ 22 の作動タイミングが最も早くなる。

【0029】リングギヤ 73 の内周及び外周にはそれぞれ多数のスプライン歯 73 a、73 b が形成されてい

る。これに対応して、インナキャップ 65 の外周及びハウジング 68 の内周にも、それぞれ多数のスプライン歯 65 a、68 b が形成されている。これらのスプライン歯 73 a、73 b、65 a、68 b は、いずれも吸気側カムシャフト 26 の軸線に対して交差するヘリカルスプラインからなる。そして、スプライン歯 73 a、65 a が互いに噛合し、スプライン歯 73 b、68 b が互いに噛合している。これらの噛合によって、タイミングプーリ 31 の回転は、ハウジング 68、リングギヤ 73 及びインナキャップ 65 を介して吸気側カムシャフト 26 に伝達される。

【0030】第 1 油圧室 74 は、前記空間 S においてリングギヤ 73 の前側に形成され、第 2 油圧室 75 は後側に形成されている。各油圧室 74、75 に潤滑油による油圧を供給するために本実施例では、エンジン 11 に既設のオイルポンプ 76 が利用される。オイルポンプ 76 はクランクシャフト 17 に駆動連結されており、エンジン 11 の運転にともない作動してオイルパン 77 から潤滑油を吸引及び吐出する。吐出された潤滑油中の異物、金属粉等はオイルフィルタ 78 によって除去される。そして、オイルフィルタ 78 を通過した潤滑油はベアリングキャップ 64、吸気側カムシャフト 26、中空ボルト 66 等に形成された第 1 油路 79 を通って第 1 油圧室 74 に供給されるとともに、ベアリングキャップ 64、吸気側カムシャフト 26 等に形成された第 2 油路 81 を通って第 2 油圧室 75 に供給される。

【0031】両油路 79、81 の途中には、各油圧室 74、75 に供給される油圧の大きさを調整するために、電磁式のオイルコントロールバルブ（以下、OCV という）82 が設けられている。OCV 82 のケーシング 85 は、タンクポート 85 t、A ポート 85 a、B ポート 85 b 及び一対のリザーバポート 85 r を有している。タンクポート 85 t はオイルフィルタ 78 を介してオイルポンプ 76 に接続され、A ポート 85 a は第 1 油路 79 に接続されている。B ポート 85 b は第 2 油路 81 に接続され、両リザーバポート 85 r はオイルパン 77 に接続されている。

【0032】ケーシング 85 内にはスプール 84 が往復動可能に收容されている。スプール 84 の外周には、前述した 2 つのポート間での潤滑油の流れを遮断する 4 つのランド 84 a が形成されている。スプール 84 の外周において隣接するランド 84 a 間には、2 つのポート間を連通して潤滑油の流れを許容するパセージ 84 b、84 c、84 c が形成されている。そして、スプール 84 による各ポートの連通状態、すなわちスプール 84 の軸線方向における位置を変更することによって、第 1 油圧室 74 及び第 2 油圧室 75 に供給される油圧の大きさを調整することが可能である。

【0033】前記位置調整のために、スプール 84 の前側にはそのスプール 84 を後方へ付勢するスプリング 8

6が配置され、後側には通電によって励磁されてスプール84を前方へ押圧する電磁ソレノイド87が配置されている。そして、単位時間に占める電磁ソレノイド87への通電時間の割合（デューティ比）を種々変更する、いわゆるデューティ制御を行うことにより、スプール84をケーシング85内の任意の位置へ移動させることが可能となっている。

【0034】例えば、100%のデューティ比で電磁ソレノイド87が通電されて、スプール84がスプリング86の付勢力に抗して前方（図の左方）へ移動させられると、パセージ84bによってタンクポート85t及びAポート85a間が連通される。すると、オイルポンプ76から吐出された潤滑油が、第1油路79を通過して第1油圧室74に供給され、リングギヤ73に前側から加わる油圧が上昇する。これと同時に、後側のパセージ84cによって、Bポート85b及び後側のリザーバポート85r間が連通される。すると、第2油圧室75内の潤滑油は、第2油路81、Bポート85b、リザーバポート85rを通じてオイルパン77に排出され、リングギヤ73に後側から加わる油圧が低下する。

【0035】リングギヤ73に対し前側から加わる油圧が後側から加わる油圧に打ち勝つと、スプライン歯73a、65a及び73b、68bがヘリカルスプラインであることから、同リングギヤ73は第2油圧室75内の油圧に抗して後方へ移動しながら回転する。このとき、インナキャップ65及びハウジング68に振り力力が付与される。

【0036】その結果、タイミングプーリ31に対する吸気側カムシャフト26の回転位相が変えられ、吸気バルブ22の作動タイミングが早められる。この動作について、図5（b）のバルブタイミングダイアグラムを参照すると、吸気バルブ22の開放期間全体が、そのバルブ22の開放のタイミングを早めるようにシフトされる。吸気バルブ22と排気バルブ23とがともに開いているバルブオーバーラップ期間が拡大される。リングギヤ73の後方への移動にともない、そのリングギヤ73がタイミングプーリ31に当接して第2の位置で停止したとき、吸気バルブ22の開放及び閉鎖のタイミングが最も早められる。

【0037】一方、図3において例えば、電磁ソレノイド87が通電されずデューティ比が0%となって、スプリング86の付勢力によってスプール84が後方（図の右方）へ移動させられると、パセージ84bによりタンクポート85t及びBポート85b間が連通される。すると、オイルポンプ76から吐出された潤滑油が第2油路81を通過して第2油圧室75に供給され、リングギヤ73に後側から加わる油圧が上昇する。また、前側のパセージ84cによって、Aポート85a及び前側のリザーバポート85r間が連通される。すると、第1油圧室74内の潤滑油は、第1油路79、Aポート85a、リ

ザーバポート85rを通過してオイルパン77に排出され、リングギヤ73に前側から加わる油圧が低下する。

【0038】リングギヤ73に対し後側から加わる油圧が前側から加わる油圧に打ち勝つと、同リングギヤ73は第1油圧室74内の油圧に抗して前方へ移動しながら回転する。このとき、インナキャップ65及びハウジング68に振り力力が付与される。

【0039】その結果、タイミングプーリ31に対する吸気側カムシャフト26の回転位相が変えられ、吸気バルブ22の作動タイミングが遅らされる。この動作について、図5（a）のバルブタイミングダイアグラムを参照すると、吸気バルブ22の開放期間全体が、そのバルブ22の開放のタイミングを遅らせるようにシフトされ、バルブオーバーラップ期間が縮小される。リングギヤ73の前方への移動にともない、そのリングギヤ73がハウジング68に当接して第1の位置で停止されたとき、吸気バルブ22の開放及び閉鎖のタイミングが最も遅らされる。

【0040】上記のようにVVT63が構成されているため、OCV82の電磁ソレノイド87に対するデューティ比を変化させて同VVT63を作動させることにより、吸気バルブ22の作動タイミング、ひいてはバルブオーバーラップ期間を、図5（a）に示す状態と、図5（b）に示す状態との間で連続的に変更することができる。

【0041】ところで、上述した各種センサ51～55による検出値に基づき、各インジェクタ39、イグナイタ43及びOCV82を制御するために電子制御装置（以下、ECUという）88が用いられている。ECU88は図6に示すように、中央処理装置（CPU）89、読出し専用メモリ（ROM）90、ランダムアクセスメモリ（RAM）91、バックアップRAM92、外部入力回路93及び外部出力回路94を備えている。これらの各回路89～94はバス95によって互いに接続されている。

【0042】ROM90は所定の制御プログラムや初期データを予め記憶している。例えば、ROM90は図7に示す最終予測吸気圧PMFWDを算出するためのプログラムを記憶している。CPU89は前記ROM90に記憶された制御プログラム及び初期データに従って各種の演算処理を実行する。RAM91はCPU89による演算結果を一時的に記憶する。バックアップRAM92はECU88に対する電力供給が停止された後にも、RAM91内の各種データを保持する。

【0043】外部入力回路93には、前述したカム角センサ51、クランク角センサ52、水温センサ53、スロットルセンサ54及び吸気圧センサ55がそれぞれ接続されている。一方、外部出力回路94には、各インジェクタ39、イグナイタ43及びOCV82がそれぞれ接続されている。

【0044】そして、各センサ51～55の検出信号は外部入力回路93を介してCPU89に入力される。CPU89はそれらの入力に基づき、エンジン回転速度NE、変位角VTB等を算出する。さらに、CPU89はこれらの算出値に基づき、各インジェクタ39、イグナイタ43及びOCV82を作動させ、燃料噴射制御、点火時期制御、バルブタイミング制御等を実行する。

【0045】例えば、CPU89は、クランク角センサ52が出力するクランク角信号の時間間隔を計測することにより、単位時間当たりのクランクシャフト17の回転数であるエンジン回転速度NEを演算する。CPU89はカム角信号の発生と同時にクランク角信号を入力し、その後、予め設定された基準のクランク角信号を入力するまでの同信号のパルス数に基づき、吸気側カムシャフト26の回転位相、すなわち変位角VTBを演算する。この変位角VTBとは、吸気バルブ22の作動タイミングの調整のために、VVT63により変更される吸気側カムシャフト26の角度である。

【0046】燃料噴射制御のために、CPU89は吸気通路38を通して燃焼室18へ導かれる吸入空気量を求め、その吸入空気によって燃焼される燃料の質量、すなわち燃料噴射量を求める。ここで、燃料噴射量はインジェクタ39のニードルバルブ（図示略）が開いている間に燃料が噴射される噴射時間、すなわち、ニードルバルブを作動させるためのソレノイドコイル（図示略）への通電時間によって決定される。そのため、CPU89は燃料噴射量に関連するパラメータとしてインジェクタ通電時間TAUaを算出する。より詳しくは、エンジン回転速度NE及び吸入空気量に基づいて基本燃料噴射時間TPを演算する。その値TPを冷却水温THW、吸気温等で定まる補正係数FKによって補正し、インジェクタ通電時間TAUaを得る。この時間TAUaにわたり各インジェクタ39のソレノイドコイルに通電し、同インジェクタ39から噴射される燃料量を制御する。

【0047】ここで、吸気圧がエンジン1サイクル当たりに燃焼室18に吸入される吸入空気量に略比例することから、本実施例では吸気圧を吸入空気量の相当値として用いている。ただし、吸気圧センサ55の検出値には、同センサ55を構成するダイヤフラムによる応答遅れ等が存在するので、加減速時等の過渡運転時には、実際の吸気圧の変化に対して、検出された吸気圧の変化に時間遅れが生ずる。過渡運転時に吸気圧センサ55の検出値をそのまま吸入空気量相当値として用いると、検出値が実際の値からずれてしまう。

【0048】これに対し本実施例では、後述するように応答性の良いスロットルセンサ54によって検出されたスロットル開度TAとエンジン回転速度NEとから定常状態での吸気圧PMTAを演算する。これを一次遅れ処理して時間遅れのない現時点の吸気圧（なまし値PMCR T4）を演算するとともに、燃焼室18への吸入空気

量が確定する吸気バルブ閉弁時の吸気圧（予測吸気圧 t PMVLV）を演算する。さらに、現時点と予測時点の演算による吸気圧（PMCR T4、 t PMVLV）の差を求め、現時点の吸気圧PMにこの差を加算して最終予測吸気圧PMFWDを算出するようにしている。なお、最終予測吸気圧PMFWDの算出原理については、特開平2-42160号公報に開示されたものに準じている。

【0049】また、点火時期の制御のために、CPU89はエンジン回転速度NEと吸気圧PMとに基づいて基本点火進角ABSEを演算し、その値を吸気温、冷却水温THW等で定まる補正係数IKによって補正することにより実行点火進角を演算する。この実行点火進角に基づきイグナイタ43に一次電流の遮断信号を出力して点火時期を制御する。

【0050】さらに、バルブタイミングの制御のために、CPU89は予め用意された制御マップを用い、吸気圧PM及びエンジン回転速度NEに基づき目標変位角VTTを算出する。そして、実際の変位角VTBが目標変位角VTTに合致するようにOCV82の電磁ソレノイド87へのデューティ比を変化させ、同OCV82の各ポートの開放割合をフィードバック制御する。この制御により、VVT63の両油圧室74、75へ供給される油圧が調整される。そして、吸気バルブ22の作動タイミングがエンジン11の運転状態に応じて連続的に変更され、もってバルブオーバーラップ期間が連続的に調整される。

【0051】次に、前記最終予測吸気圧算出ルーチンの各処理の内容を、図7のフローチャートに従って説明する。このルーチンは所定時間（例えば、8ms）毎に起動される。

【0052】CPU89はまずステップ101において、各種センサ54、55によって検出されたスロットル開度TA及び吸気圧PMをそれぞれ読み込む。また、前述したようにして算出したエンジン回転速度NE及び変位角VTBをそれぞれ読み込む。

【0053】続いて、ステップ102において、予め用意された制御マップを参照し、前記エンジン回転速度NEとスロットル開度TAとに対応する定常状態での吸気圧PMTAを求める。この制御マップは、予め実験等によりスロットル開度TA及びエンジン回転速度NEに対応する吸気圧を測定し、その吸気圧が安定したときの値に基づき作成されたものである。この吸気圧PMTAは、加速時には図8に示すようにスロットル開度TAの変化に時間遅れなく対応して変化する。

【0054】次に、ステップ103において、予め用意された制御マップを参照し、エンジン回転速度NEと前記定常状態での吸気圧PMTAとに対応する一次遅れの時定数TIMCAを算出する。ステップ104において、次式（1）に従い一次遅れ処理値PMCR Tを算出

する。

* * 【0055】

$$\begin{aligned} \text{PMCR T}(i) &= \text{PMCR T}(i-1) \\ &+ \{ \text{PMTA} - \text{PMCR T}(i-1) \} \cdot \text{TIMCA} \cdots (1) \end{aligned}$$

上記式(1)中のPMCR T(i-1)は前回演算周期で求めた吸気圧の一次遅れ処理値である。

【0056】ステップ105において、前記一次遅れ処理値PMCR Tを次式(2)に従いさらに一次遅れ処理して、なまし値PMCR T4を求める。このなまし値PMCR T4は、吸気圧センサ55によって検出される吸気

※気圧PMと同じ応答を持つ値である。仮に、スロットバルブ35の漏れ空気量、大気圧等がそれぞれ変化していないものとする、上記なまし値PMCR T4は吸気圧センサ55の検出値(吸気圧PM)と同一となる。

【0057】

$$\begin{aligned} \text{PMCR T4}(i) &= \text{PMCR T4}(i-1) \\ &+ \{ \text{PMCR T}(i) - \text{PMCR T4}(i-1) \} \cdots (2) \end{aligned}$$

上記式(2)中のPMCR T4(i-1)は前回演算周期で求めたなまし値である。

【0058】次に、ステップ106において、予測時間tTFWDを計算により求める。予測時間tTFWDは、現時点(インジェクタ通電時間TAUaの算出時点)から、その時間TAUaを反映した噴射量を吸入する気筒の吸気バルブ閉弁時までの時間である。この予測時間tTFWDは、実質的には、図9に示すように噴射に反映される通電時間TAUaをメインルーチンで計算してから実際に噴射が開始されるまでの時間(T1)と、燃料噴射時間TAU(T2)と、噴射終了から吸気バルブ閉弁までの時間(T3)とからなる。

【0059】下記式(3)には予測時間tTFWDの演算式の一例を示す。この演算式が適用されるのは、以下の(a)～(d)の各種条件を満たすエンジンである。

(a) 6気筒を有すること。(b) 噴射方式は、各気筒★

$$\begin{aligned} t\text{TFWD} &= T120 \cdot (310 - \text{VTB}) / 120 \\ &+ \text{TAUa} + t\text{TB} + 8 \cdots (3) \end{aligned}$$

上記式(3)中のT120は、クランク角を時間換算するために用いられる値であり、クランクシャフト17が120°CA回転するのに要する時間である。tTBは燃料遅れ時間であり、より詳しくはインジェクタ39の無効噴射時間、開弁遅れ時間、噴霧飛行時間の合計である。

【0061】上記式(3)の理論的根拠を以下に述べる。メインルーチンの演算周期は前述したように短い(8ms)ので、燃料噴射から次の燃料噴射までの間にはインジェクタ通電時間TAUaが複数回算出される。そのうち、実際に噴射に反映させられる通電時間TAUaは、その噴射開始時期の直前に計算されたものである。それ以前に求められた通電時間TAUaは用いられない。従って、予測時間tTFWDは、実質上、前述した時間T1、T2、T3の合計となる。

【0062】時間T1は、平均的には最終予測吸気圧PMFWDの算出周期の1/2である。すなわち、この算出周期は、通常のエンジン設計思想の下では、エンジン回転速度NEが3000(rpm)以下では8(ms)以下の要求として設定している、T1=8/2=4(ms)とみなすことができる。時間T2は、メインルーチンで求め

★の吸気行程前に燃料を噴射させる、いわゆる独立噴射方式であるか、あるいは気筒を複数のグループに分け、対応するインジェクタをそのグループ毎に作動させる、いわゆるグループ噴射方式であること。これらの噴射方式においては、吸気バルブ22が開弁する前に噴射を確実に終わらせる必要がある。VVT63によって吸気バルブ22の開弁期間が変化させられることを考慮し、ここでは噴射の終了時期の平均がピストン15の上死点前75°CAであるものとする。(c)インジェクタ通電時間TAUaの算出のためのメインルーチンが8(ms)の演算周期で行われること。(d)VVT63によって吸気バルブ22の作動タイミングが最も遅らされたときの同バルブ22の開弁時期が、ピストン15の下死点後55°CA(クランク角)であること。

【0060】

られたインジェクタ通電時間TAUaと、前記燃料遅れ時間tTBとの合計である。

【0063】また、燃料噴射の終了からピストン上死点までのクランク角の変化が75°CA、ピストン上死点から下死点までのクランク角の変化が180°CA、ピストン下死点から吸気バルブ閉弁までのクランク角の変化が55°CAである。このうち、吸気バルブ22の開弁時期はVVT63の作動により変動する。従って、燃料噴射の終了時点から吸気バルブ22の開弁時までのクランク角の変化は75+180+55-VTB、すなわち(310-VTB)°CAである。前記したようにクランク角が120°CA変化するのにT120の時間を要することから、このT120に(310-VTB)/120を乗算すれば、(310-VTB)°CAを時間に変換し、時間T3が得られる。

【0064】さらに、予測時間tTFWDは、後述するように最終予測吸気圧PMFWDの算出に際し、なまし計算の演算回数を求めるために使用される。演算回数の算出時には予測時間tTFWDが演算周期Δtによって除算されるが、その除算による端数を考慮し、上記時間T1、T2、T3のほか、に所定時間(演算周期Δtの半

分、この場合4ms)が予測時間 t_{TFWD} 中に含ませられる。

【0065】従って、予測時間 t_{TFWD} は、時間 T_1 (=4ms)、時間 T_2 (= $T_{AUa} + t_{TB}$)、時間 T_3 (= $T_{120} \cdot (310 - V_{TB}) / 120$)及び前記所定時間(4ms)の和となり、前述した式(3)が得*

$$t_{NFWD} = t_{TFWD} / \Delta t$$

上記式(4)中、 Δt は最終予測吸気圧算出ルーチンの演算周期であり、この場合8msである。ステップ108において、下記式(5)を前記演算回数 t_{NFWD} 、繰

$$t_A(i) = t_A(i-1)$$

$$+ T_{IMCA} \cdot \{ PMTA \cdot KPA - t_A(i-1) \} \quad \dots (5)$$

上記式(5)中、 KPA は大気圧補正係数であり、 t_A の初期値は前記一次遅れ処理値 PM_{CRT} である。そして、前記式(5)を t_{NFWD} 回繰り返し実行したときの $t_A(i)$ は、吸気バルブ22の開弁時の予測吸気圧 t_{PMVLV} となる。

【0069】ここで、吸気圧 PM となし値 PM_{CRT} ★

$$PM_{FWD} = PM + (t_{PMVLV} - PM_{CRT} \cdot 4) \quad \dots (6)$$

つまり、予測時点での吸気圧 t_{PMVLV} と現時点(T_{AUa} 算出時)の吸気圧(なまし値 $PM_{CRT} \cdot 4$)との差に、現時点での吸気圧センサ55による吸気圧 PM を加算することにより最終予測吸気圧 PM_{FWD} を得る。ステップ109の処理を実行した後にこのルーチンを終了する。

【0071】前記最終予測吸気圧算出ルーチンにおいて、CPU89によるステップ102の処理は定常状態での吸気圧 $PMTA$ を算出するための定常吸入空気量推定手段を実現し、ステップ104の処理は一次遅れ処理値 PM_{CRT} を算出するための補正処理手段を実現する。また、ステップ106の処理は予測時間 t_{TFWD} を算出するための閉弁時期推定手段を実現し、ステップ108の処理は予測吸気圧 t_{PMVLV} を算出するための空気量演算手段を実現する。ステップ109の処理は最終予測吸気圧 PM_{FWD} を算出するための吸入空気量予測手段 $M14$ を実現する。

【0072】このように本実施例では、時間遅れの少ないスロットル開度 TA とエンジン回転速度 NE とに基づき定常状態での吸気圧 $PMTA$ を演算し、その値を一次遅れ処理することにより時間遅れの少ない現時点の吸気圧(なまし値 $PM_{CRT} \cdot 4$)を算出している。また、燃焼室18への吸入空気量が確定する吸気バルブ22の開弁時の吸気圧(予測吸気圧 t_{PMVLV})を予測している。そして、現時点と予測時点の演算による吸気圧 $PM_{CRT} \cdot 4$ 、 t_{PMVLV} の差を求め、現時点の測定による吸気圧 PM にこの差を加算して最終予測吸気圧 PM_{FWD} を算出するようにしている。このため、エンジン11の過渡運転時において、吸気圧センサ55の応答遅れによりその検出値が実際の吸気圧からずれても、吸気バルブ閉弁時の吸気圧(最終予測吸気圧 PM_{FWD})を遅

*られる。

【0066】CPU89は、ステップ107において、インジェクタ通電時間 T_{AUa} の算出時点から吸気バルブ22の開弁時までに行われるこのルーチンの演算回数 t_{NFWD} を次式(4)に従って求める。

$$【0067】$$

$$\dots (4)$$

※り返し実行する。

$$【0068】$$

★4とが等しければ、予測吸気圧 t_{PMVLV} を吸気バルブ22の開弁時の最終的な予測吸気圧として用いてもよいが、実際にはずれがある。このため、ステップ109において、次式(6)に従い最終予測吸気圧 PM_{FWD} を求める。

$$【0070】$$

れなしに精度良く算出することができる。

【0073】特に、本実施例においては、予測吸気圧 t_{PMVLV} の演算に先立ち、インジェクタ通電時間 T_{AUa} の算出時から吸気バルブ22の開弁時までにかかる時間(予測時間 t_{TFWD})を推定している。この際、燃料噴射が終了してから吸気バルブ22が開弁するまでの時間 T_3 の算出にあたりクランク角の変化を用い、これを時間に変換している。そして、このクランク角の変化量の中に、 VVT_{63} による吸気バルブ22の変位角 V_{TB} を含ませて(反映させて)いる。従って、 VVT_{63} の作動にともない吸気バルブ22の開弁期間、特に開弁のタイミングが、例えば図9において二点鎖線で示すように変化しても、燃料噴射終了時から吸気バルブ閉弁時までのクランク角の変化を精度良く求め、時間 T_3 、ひいては正確な予測時間 t_{TFWD} を得ることができる。

【0074】その結果、エンジン11の要求する値に近いインジェクタ通電時間 T_{AUa} が得られるので、この値を用いた燃料噴射により加速時等の過渡運転時においても空燃比を正確に制御し、排気エミッション、燃費、ドライバビリティ等の向上を図ることができる。

【0075】なお、本発明は次に示す別の実施例に具体化することができる。

(1) 前記実施例での吸気圧センサ55による吸気圧 PM に代え、吸気通路38にエアフロメータ等の流量センサを設け、その検出値(吸入空気量)を吸気バルブ22の開弁時の吸入空気量の予測に用いてもよい。

【0076】(2) 前記実施例では、最終予測吸気圧 PM_{FWD} の算出に際し、予測吸気圧 t_{PMVLV} からなまし値 PM_{CRT} を減じ、その結果を吸気圧 PM に加算したが、なまし値 PM_{CRT} から吸気圧 PM を減じ、そ

の結果を予測吸気圧 $tPMVLV$ から減算するようにしてもよい。

【0077】(3) 本発明は、バルブオーバーラップ期間を連続的に調整しないタイプのVVTを搭載したエンジンにも適用可能である。このようなVVTとしては、例えば前記実施例において、リングギヤ73を第1の位置及び第2の位置のいずれかに保持して、吸気バルブの作動タイミングを切り換えるようにしたものが挙げられる。

【0078】(4) 本発明の吸入空気量予測装置は、吸気バルブ22だけでなく排気バルブ23の作動タイミングを調整するVVTを搭載したエンジンにも適用可能である。

【0079】(5) 予測時間 $tTFWD$ の算出に際し用いられる式(3)は、前述した(a)～(d)の条件を満たすエンジンのために用意されたものである。従って、異なる条件に関しては、その条件に応じて項目の内容を変更してもよい。ただし、噴射終了から吸気バルブ閉弁時までのクランク角の変化中に、変位角VTBは必須である。

【0080】以上、本発明の各実施例について説明したが、各実施例から把握できる請求項以外の技術的思想について、以下にそれらの効果とともに記載する。

(イ) 請求項1に記載の予測装置において、前記内燃機関は吸気弁の開弁時よりも前に燃料噴射を終了するものであり、吸気弁の開弁時期の推定に際し前記閉弁時期推定手段は、燃料噴射の終了時から吸気弁閉弁時までの内燃機関の回転角度を求め、その回転角度を時間に変換するようにした内燃機関の吸入空気量予測装置。

【0081】このような構成とすれば、タイミング検出手段によって検出される作動タイミングが内燃機関の回転角度によって表される場合には、吸気弁の開弁時期を精度良く推定できる。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、吸気弁の作動タイミングに基づきその閉弁時期を推定し、機関定常状態での吸入空気量に対する補正処理を、吸気弁閉

弁前の所定時点から推定閉弁時期の直前まで連続して行わせるようにしている。このため、可変バルブタイミング機構により吸気弁の作動タイミングが調整されても、その閉弁時の吸入空気量を正確に予測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概念構成図。

【図2】エンジン及びその周辺部品の概略構成図。

【図3】VVTの概略構成図。

【図4】エンジンの動弁機構を示す断面図。

【図5】(a), (b) は吸・排気バルブの開放期間を示すダイヤグラム。

【図6】ECUとその周辺部品との電気的接続関係を示すブロック図。

【図7】最終予測吸気圧算出ルーチンの処理内容を示すフローチャート。

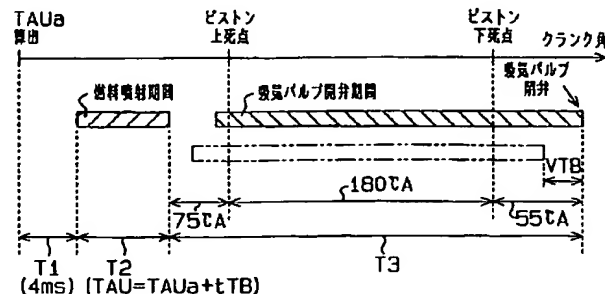
【図8】最終予測吸気圧の算出原理を示す説明図。

【図9】予測時間とクランク角との関係を示す説明図。

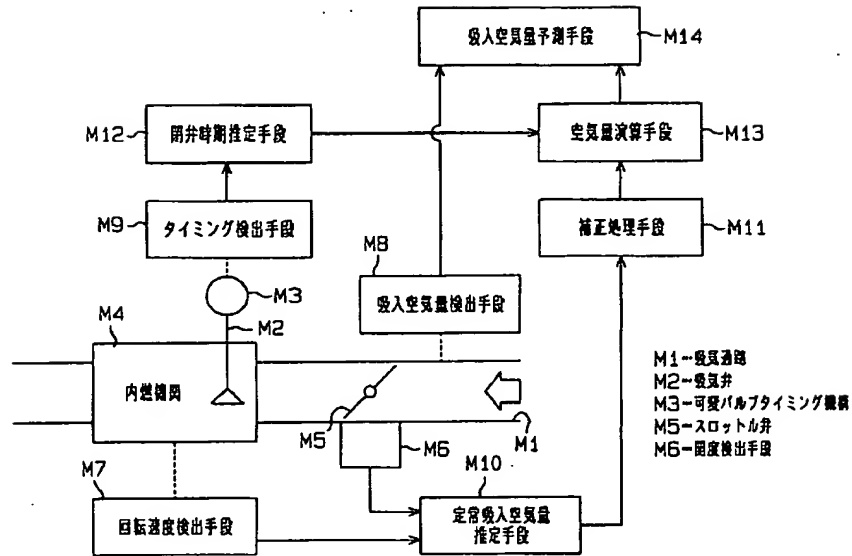
【符号の説明】

20 11…内燃機関としてのガソリンエンジン、22…吸気バルブ、35…スロットルバルブ、38…吸気通路、51…タイミング検出手段の一部を構成するカム角センサ、52…タイミング検出手段の一部及び回転速度検出手段の一部を構成するクランク角センサ、54…開度検出手段としてのスロットルセンサ、55…吸入空気量検出手段を構成する吸気圧センサ、63…可変バルブタイミング機構(VVT)、89…タイミング検出手段の一部及び回転速度検出手段の一部を構成するとともに、定常吸入空気量推定手段、補正処理手段、開弁時期推定手段、空気量演算手段及び吸入空気量予測手段の各々を構成するCPU、TA…スロットル開度、PM…吸入空気量相当値としての吸気圧、NE…エンジン回転速度、VTB…作動タイミングとしての変位角、PMTA…定常状態での吸気圧、PMCRT4…なまし値、 $tTFWD$ …予測時間、 $tPMVLV$ …予測吸気圧、PMFWD…最終予測吸気圧。

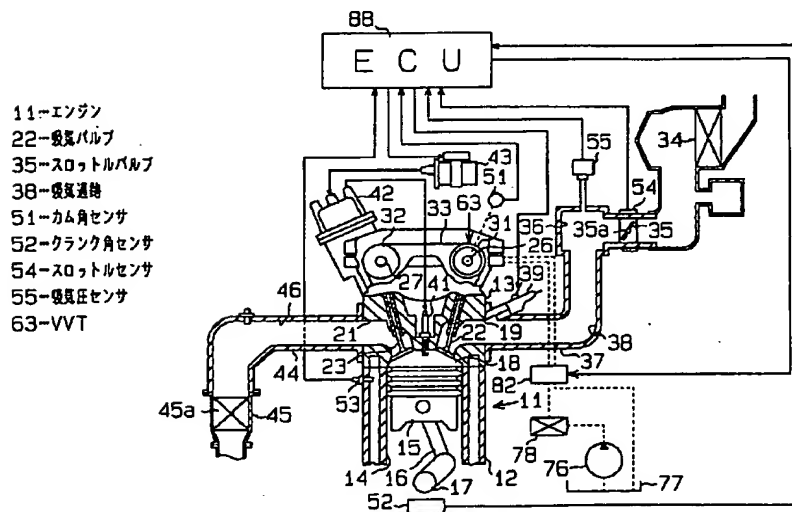
【図9】



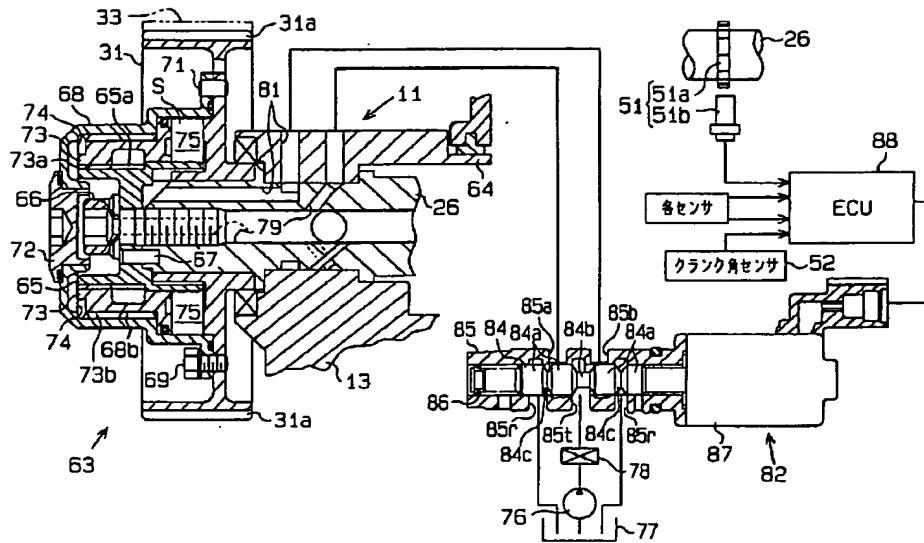
【図 1】



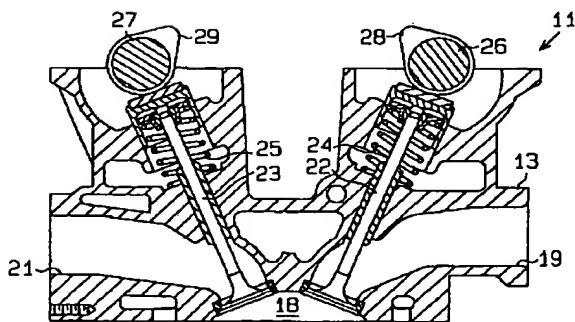
【図 2】



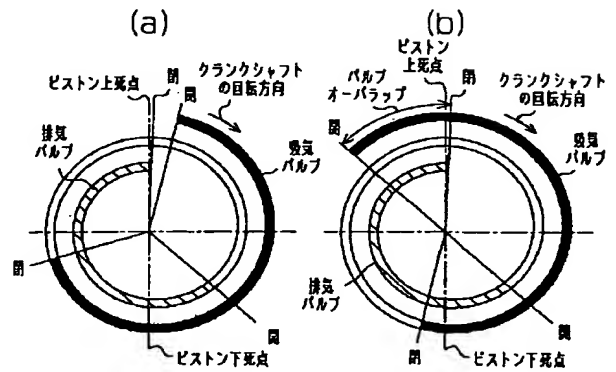
【図 3】



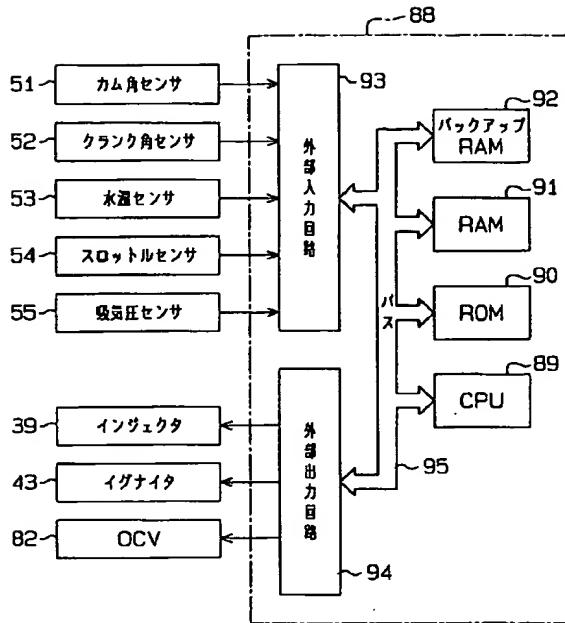
【図 4】



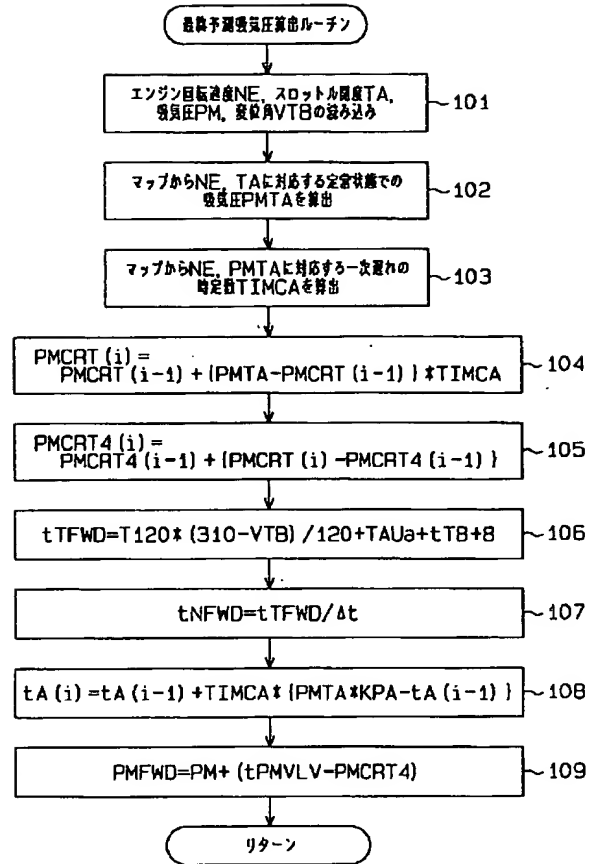
【図 5】



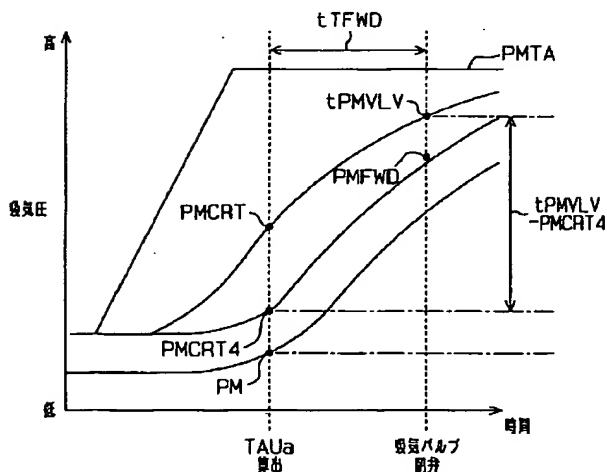
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 長縄 忠久

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動
車 株式会社内